

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3620203 A1**

⑤① Int. Cl. 4:
H 05 B 3/66

②① Aktenzeichen: P 36 20 203.7
②② Anmeldetag: 16. 6. 86
④③ Offenlegungstag: 17. 12. 87

Patentamt

DE 3620203 A1

⑦① Anmelder:
Ludwig Riedhammer GmbH, 8500 Nürnberg, DE

⑦④ Vertreter:
Becker, T., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 4030 Ratingen; Pust,
D., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

⑦② Erfinder:
Petzi, Fritz, Ing.(grad.), 8500 Nürnberg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Heizelement

Die Erfindung schlägt zur Erhöhung der Flexibilität und Montageerleichterung bei einem Heizelement vor, dieses nicht aus ein und demselben Material herzustellen, sondern zumindest den Anschlußteil aus einem anderen, elektrisch leitenden, aber temperaturbeständigen Material auszubilden.

DE 3620203 A1

BEST AVAILABLE COPY

Patentansprüche

1. Elektrisches Heizelement, bestehend aus einem Heizteil (30) und einem Anschlußteil (40, 42, 60, 76), dadurch gekennzeichnet, daß der Heizteil (30) und der Anschlußteil (40, 42, 60, 76) zumindest teilweise aus unterschiedlichen, elektrisch leitenden Materialien bestehen.
2. Heizelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlußteil (40, 42, 60) mit seinem dem Heizteil (30) abgewandten hinteren freien Endabschnitt (48, 50, 60, 76) aus einem anderen Material besteht.
3. Heizelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Heiz- und Anschlußteil unmittelbar miteinander verbunden sind.
4. Heizelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizteil (30) und gegebenenfalls ein sich daran anschließender erster Abschnitt (44, 46, 76) des Anschlußteils (40, 42, 60, 76) über ein Zwischenstück (52, 54, 64) mit dem Anschlußteil(abschnitt) (48, 50, 60, 76) verbunden sind.
5. Heizelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizteil (30) über eine lösbare Klemmverbindung (52, 54, 60, 64) mit dem Anschlußteil(abschnitt) (48, 50, 60, 76) verbunden ist.
6. Heizelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizteil über eine Schraubverbindung mit dem Anschlußteil(abschnitt) verbunden ist.
7. Heizelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Klemmverbindung (52, 54, 60, 64) aus einem zylinderförmigen Rohrabchnitt (62) mit darin angeordneter konisch sich nach außen erweiternder und nach außen vorstehender Klemmhülse (64) besteht, die über eine Zueinrichtung (68) gegen den zylindrischen Rohrabchnitt (62) unter Festlegung eines eingelegten Heizteil- oder Anschlußteilabschnittes (76, 78) festlegbar ist.
8. Heizelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlußteil(abschnitt) (48, 50) im Abstand vor seinem freien hinteren Ende mit einem elektrischen Anschlußstück (81) versehen ist.
9. Heizelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der aus einem anderen Material bestehende Anschlußteil(abschnitt) (40, 42, 60, 76) und/oder das Zwischenstück (52, 54, 64) aus einem temperaturbeständigen Material bestehen.
10. Heizelement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlußteil(abschnitt) (40, 42, 60, 76) und/oder das Zwischenstück (52, 54, 64) aus einem temperaturbeständigen, vorzugsweise im Temperaturbereich bis 1200°C temperaturbeständigen Stahl besteht.
11. Heizelement nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlußteil(abschnitt) (40, 42, 60, 76) und/oder das Zwischenstück (52, 54, 64) aus einem Chrom-Nickel-Stahl oder Chrom-Kobalt-Stahl besteht.
12. Heizelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizteil (30) aus einer Molybdän-Silicium-Legierung, vorzugsweise MoSi₂ besteht.
13. Heizelement nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlußteil(abschnitt) (40, 42, 60, 76) so ausgebildet ist, daß er an

seinem freien hinteren Ende mit einem elektrisch und thermisch isolierenden Bauteil (82) abdichtbar ist.

14. Heizelement nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Bauteil (82) ein feuerfester keramischer Isolierstein ist.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Heizelement, insbesondere ein solches zur elektrischen Beheizung von Industrieöfen.

Unter der Bezeichnung "Industrieofen" wird jede Art von kontinuierlich und diskontinuierlich arbeitendem Industrieofen verstanden. Beispielsweise seien Tunnel- und Rollenöfen, Herdwagenöfen, Kammeröfen, Haubenöfen, zum Beispiel für die keramische Industrie aber ebenso Schachtöfen, Knüppelwärmöfen, Schmiedeöfen für die Metallindustrie und Öfen für die Glasindustrie genannt. Eine Beschränkung besteht insoweit aber nicht.

Die Erfindung ist bevorzugt auf Heizelemente zur Erzielung von höheren Ofentemperaturen, insbesondere über 1200°C, vorzugsweise über 1500°C gerichtet.

Im Stand der Technik sind verschiedene derartige Heizelemente bekannt. Bevorzugt werden solche aus Molybdändisilicid (MoSi₂), insbesondere wegen ihrer guten Widerstandsfähigkeit gegenüber Oxidation bei hohen Temperaturen. Unter allen metallischen Materialien mit guter elektrischer und thermischer Leitfähigkeit gilt Molybdändisilicid als für den genannten Einsatzzweck besonders geeignet, obwohl daraus hergestellte Heizelemente auch Nachteile aufweisen.

MoSi₂ ist ein intermetallisches, sprödes Material, aus dem sich nicht nur schwer Formkörper, wie Heizelemente, herstellen lassen, sondern bei dem auch die fertigen Produkte nur sehr schwer zu handhaben sind. Gerade beim Einsatz im Industrieofenbau, wo die Heizelemente durch die Ofenwandung geführt und befestigt werden müssen, kommt es häufig vor, daß Heizelemente durch Anschlagen am Ofengehäuse zerstört werden.

Insbesondere um die Sprödigkeit zu verringern, sind Cermet-Materialien aus Molybdändisilicid mit einem relativ leicht schmelzenden Glas bekannt. Oberhalb von 1500 oder 1600°C schmilzt die Glaskomponente, die bis zu 20 Volumenprozent ausmachen kann, wodurch sich eine gewisse plastische Verformbarkeit ergibt.

Bei Kontakt mit der Umgebungsluft bildet sich eine oberflächliche Glasschicht und unter dieser eine dünne Schicht von Molybdändisilicid mit geringerem Siliciumanteil (Mo₅Si₃). Diese "Schutzschicht" haftet außerordentlich gut und löst sich nicht automatisch, falls das Heizelement abgekühlt wird. Bleibt das Heizelement danach allerdings in einem Temperaturbereich unter 800°, insbesondere in einem Temperaturbereich zwischen 600 und 900°C, so löst sich die Schutzschicht doch und es wird insbesondere keine neue Schutzschicht gebildet. Es kommt zur sogenannten "Molybdändisilicid-Pest", einem Abblättern einzelner Schichten nach und nach mit jeweils zwischenzeitlicher Oxidierung, wobei das Element immer dünner wird, bis es schließlich bricht.

Die Heizelemente bestehen in der Regel aus dem eigentlichen Heizdraht (der Heizschleife) und den daran vorzugsweise angeschweißten Anschlußstücken. Der eigentliche Heizteil weist dabei einen geringeren Durchmesser auf als der Anschlußteil, damit in letzterem aufgrund des erhöhten spezifischen elektrischen Widerstandes geringere Temperaturen eingestellt werden.

Normalerweise beträgt der Durchmesser des Heizteiles 6 bis 9 mm, während der der Anschlußteile zwischen 12 und 18 mm liegt.

Die Form des Heizteils kann beliebig sein, beispielsweise U- oder mäanderförmig, rechteckig oder gekrümmt abgebogen, auf jeden Fall sind jedoch pro Heizelement zwei Anschlußstücke notwendig.

In der Regel erfolgt die Anbringung der Heizelemente derart, daß sie mit ihren Anschlußstücken in der Ofenwand, dem Ofenmauerwerk einliegen, und nur der Heizteil in den zu beheizenden Ofenraum hineinragt.

Entsprechend stellt sich dann zwischen Innen- und Außenfläche des Mauerwerks, in dem die Anschlußstücke im Abstand zueinander einliegen, ein Temperaturgefälle von innen nach außen ein.

Beispielsweise bei einer Temperatur des Heizleiters von 1400°C liegt dann der vorstehend genannte kritische Temperaturbereich zwischen 600 und 800°C etwa in der Mitte der Längserstreckung der Anschlußstücke, und damit im Mauerwerk.

Die erwähnte Molybdändisilicidpest bildet sich dann bevorzugt hier aus. Die Heizelemente brechen häufig in diesem Bereich und müssen dann ausgetauscht werden, wobei sich ihre Entnahme beziehungsweise der Ersatz relativ schwierig darstellen kann, falls es zu einem vollständigen Bruch gekommen ist.

Abgesehen von den hohen Kosten für ein neues Heizelement entsteht so bei verringerter Lebensdauer auch noch ein erhöhter Reparaturaufwand.

Man hat zwar versucht, durch eine Art Adapter, mit dem die Anschlußenden parallel zueinander ausgerichtet werden, insoweit eine Erleichterung zu schaffen, die beschriebene Schwierigkeit der Oxidation im Temperaturbereich unter 800°C kann damit jedoch nicht beseitigt werden.

Der Erfindung liegt insoweit die Aufgabe zugrunde, ein Heizelement anzubieten, das eine längere Lebensdauer aufweist und insbesondere auch im Temperaturbereich unterhalb 800°C stabil ist. Ferner soll das Heizelement so gestaltet sein, daß ein leichter und kostengünstiger Austausch sowie eine leichtere Handhabung insgesamt ermöglicht wird. Schließlich soll das Heizelement in einer bevorzugten Ausführungsform auch so gestaltet sein, daß Anschlüsse mit benachbarten Heizelementen leichter durchführbar sind.

Die Erfindung steht unter der Erkenntnis, daß ein elektrisches Heizelement, insbesondere ein solches aus Molybdän-Silicium-Verbindungen, nicht zwangsweise aus ein und demselben Material bestehen muß; es vielmehr Möglichkeiten gibt, ein derartiges Heizelement auch mit Anschlußteilen aus anderen Materialien zu verbinden.

Insoweit schlägt die Erfindung ein elektrisches Heizelement, bestehend aus einem Heizteil und einem Anschlußteil vor, wobei der Heizteil und der Anschlußteil zumindest teilweise aus unterschiedlichen, elektrisch leitenden Materialien bestehen. Dabei kann der Anschlußteil entweder mit einem Teilabschnitt, vorzugsweise mit seinem dem Heizteil abgewandten hinteren freien Endabschnitt oder auch vollständig aus einem gegenüber dem Heizteil unterschiedlichen Material bestehen.

Die Verbindung zwischen Heiz- und Anschlußteil kann dabei entweder unmittelbar oder mittelbar erfolgen, wobei schon aus Gründen der Herstellung und Handhabbarkeit eine mittelbare Verbindung, zum Beispiel durch ein Zwischenstück, bevorzugt wird.

Auf diese Art und Weise kann insbesondere der in der Ofenwand beziehungsweise dem Ofenmauerwerk ange-

ordnete Abschnitt, nämlich der Anschlußabschnitt des Heizelementes, aus einem Material hergestellt werden, das zwar ebenfalls elektrisch leitend ist, aber gegenüber thermischer und atmosphärischer Belastung weniger empfindlich als das Material des Heizteils ist.

Insbesondere bei einem aus Molybdän-Silicium-Verbindungen, insbesondere Molybdändisilicid bestehenden Heizelement soll erfindungsgemäß nur noch der Heizteil und gegebenenfalls ein Teilabschnitt des sich daran anschließenden Anschlußteils aus Molybdändisilicid bestehen, während der hintere, freie Anschlußteil aus einem unterschiedlichen Material bestehen kann.

Dabei wird bei entsprechender konstruktiver Gestaltung vor allem auch der "kritische Temperaturbereich" für Molybdändisilicid, nämlich der Temperaturbereich unterhalb 800°C, insbesondere zwischen 600 und 800°C, auf den nicht aus Molybdändisilicid bestehenden Abschnitt des Anschlußteiles verlagert, so daß die eingangs beschriebene Korrosion (Molybdändisilicidpest) nicht mehr auftreten kann.

Darüber hinaus bietet insbesondere die Ausführungsform, bei der der Heizteil und gegebenenfalls ein erster Abschnitt des Anschlußteiles mit dem übrigen Anschlußteil durch eine lösbare Klemm- oder Schraubverbindung angeschlossen ist, den entscheidenden Vorteil, daß nicht mehr das komplette Heizelement ausgetauscht werden braucht, sondern nur noch dessen vorderer, den Heizteil tragender Abschnitt, während der hintere Anschlußteilabschnitt wiederverwendbar ist.

Hierdurch wird nicht nur das teure Material für den Heizteil eingespart, sondern gerade im bruchempfindlichen Lagerabschnitt des Heizelementes, zum Beispiel in der Wand oder der Decke eines Industrieofens, ist jetzt ein Abschnitt des Heizelementes angeordnet, der zwar ebenso temperaturbeständig, jedoch sehr viel weniger bruchempfindlich ist als der in den Ofen hineinragende Teil des Heizelementes. Insoweit wird die Gefahr einer Zerstörung des Heizelementes bei der Montage, aber auch beim Transport aufgrund der geringeren Bauteillänge, deutlich vermindert.

Die vorzugsweise lösbare Verbindung zwischen dem Anschlußteil beziehungsweise dem entsprechenden Abschnitt des Anschlußteiles und dem Heizteil kann auf unterschiedlichste Art und Weise erfolgen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird eine Klemmverbindung aus einem zylinderförmigen Rohrabschnitt vorgeschlagen, in dessen einem offenen Ende eine sich nach außen erweiternde und nach außen vorstehende Klemmhülse angeordnet ist, die über eine Zueinrichtung gegen den zylindrischen Rohrabschnitt unter Festlegung eines in die Klemmhülse eingelegten Heizteil- oder Anschlußteilabschnittes festlegbar ist. Dies kann zum Beispiel über eine Zugstange erfolgen, die an ihrem der Klemmhülse zugewandten Ende ein Außengewinde aufweist, das in ein in der Klemmhülse angeordnetes Innengewinde schraubbar ist, wobei die Endstellung von Zugstange und Klemmhülse durch entsprechende Flansche an diesen Bauteilen vorgegeben wird. Am nach außen vorragenden Abschnitt der Zugstange kann dann der elektrische Anschluß erfolgen.

Selbstverständlich stehen dem Fachmann eine Vielzahl weiterer Verbindungsarten zur Verfügung, zum Beispiel eine Schraubverbindung.

Dabei kann das aus einem anderen Material bestehende Anschlußstück relativ dünnwandig und damit leicht ausgebildet werden, was die Handhabbarkeit insgesamt weiter begünstigt.

Dem Fachmann stehen darüber hinaus eine Vielzahl von Werkstoffen zur Verfügung, aus denen er den Anschlußteil beziehungsweise Anschlußteilabschnitt herstellen kann.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird ein temperaturbeständiger, vorzugsweise im Temperaturbereich bis 1200°C beständiger Stahl vorgeschlagen, zum Beispiel ein Chrom-Nickel-Stahl. Beispielshaft wird eine Chrom-Nickel-Stahlqualität mit 18 bis 25 Gewichtsprozent Chrom und 8 bis 20 Gewichtsprozent Nickel vorgeschlagen. Anstelle von Nickel kann beispielsweise auch Kobalt als Legierungselement eingesetzt werden, um die gewünschte Temperaturbeständigkeit des Stahls zu erzielen.

Durch die erfindungsgemäße Ausbildung wird neben der besseren Handhabbarkeit und leichteren Montage sowie der Möglichkeit des Einsatzes preiswerterer und leichter Materialien auch ein geringerer elektrischer/Wärmeverlust erreicht.

Da bei Heizelementen nach dem Stand der Technik, die vollständig aus Molybdändisilicid bestehen, der Heizleiter ein Drittel und jedes Anschlußende ein weiteres Drittel der Kosten ausmacht, ergibt sich aufgrund der erfindungsgemäßen Ausbildung auch insoweit ein Kostenvorteil neben den genannten Ersparnissen durch längere Lebensdauer und geringere Bruchempfindlichkeit der Bauteile.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung eines Heizelementes ermöglicht es in einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung auch, den Anschlußteil beziehungsweise Anschlußteilabschnitt, der aus einem anderen Material besteht, so auszubilden, daß im Abstand vor seinem freien hinteren Ende ein elektrisches Anschlußstück ausgebildet wird. Dieses Anschlußstück soll dabei vorzugsweise so angeordnet werden, daß es bei der Montage des Heizelementes in einer Ofenwand oder -decke noch in der Wand oder Decke verläuft, so daß die elektrische Verbindung zum benachbarten Anschlußstück innerhalb der Ofenwand beziehungsweise des Ofenmauerwerkes erfolgt. Hierdurch können die elektrischen und thermischen Verluste weiter minimiert werden.

Als zusätzliche Maßnahme zur Förderung des vorgenannten Zwecks sieht die Erfindung vor, daß der Anschlußteil oder Anschlußteilabschnitt so ausgebildet ist, daß er an seinem freien hinteren Ende mit einem elektrisch und thermisch isolierenden Bauteil, beispielsweise einem feuerfesten keramischen Isolierstein, abgedichtet werden kann.

So können sowohl Stern- als auch Reihenschaltungen der verschiedenen Heizelemente ohne weiteres leicht vorgenommen werden.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Patentansprüchen sowie den übrigen Beschreibungunterlagen.

Nachstehend wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt in schematischer Ansicht in

Fig. 1 ein Heizelement nach dem Stand der Technik

Fig. 2 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizelementes

Fig. 3 eine Klemmverbindung eines erfindungsgemäßen Heizelementes

Fig. 4 eine Schaltanordnung für eine Mehrzahl erfindungsgemäßer Heizelemente

Fig. 5 eine weitere Ausführungsform einer Schaltung einer Mehrzahl erfindungsgemäßer Heizelemente.

Das in Fig. 1 dargestellte Heizelement nach dem

Stand der Technik besteht aus einem U-förmig abgebo- genen Heizteil 10 mit zwei Schenkeln 12, 14 und zwei sich an diese anschließenden Anschlußteilen 16, 18, an deren freie Enden 20, 22 (nicht dargestellte) elektrische Anschlüsse anklammerbar sind.

Das Heizelement besteht vollständig aus Molybdändisilicid. Der Heizteil 10 weist einen Durchmesser von 6 mm auf, während die Anschlußteile 16, 18 einen Durchmesser von jeweils 12 mm besitzen.

Der Übergangsbereich zwischen den Schenkeln 12, 14 des Heizteils 10 zu den Anschlußteilen 16, 18 ist konisch sich erweiternd ausgebildet. Der Heizteil 10 ist an den Anschlußteil (die Anschlußteile 16, 18) geschweißt.

In Fig. 2 ist eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizelementes dargestellt. Dieses weist wiederum einen U-förmig gestalteten Heizteil 30 mit zwei Schenkelabschnitten 32, 34 auf, die analog der Ausführungsform gemäß Fig. 1 über einen konisch sich erweiternden Abschnitt 36, 38 in den aus zwei Teilen bestehenden Anschlußteil 40, 42 übergehen.

Die Anschlußteile 40, 42 sind jeweils zweiteilig ausgebildet, wobei die dem Heizteil 30 zugewandten Abschnitte 44, 46 wie der Heizteil 30 aus Molybdändisilicid bestehen, während die hinteren freien Anschlußteilabschnitte 48, 50 aus einem Chrom-Nickel-Stahl der Qualität 25/15 bestehen.

Die Abschnitte 44, 46 der Anschlußteile 40, 42 sind mit den hinteren Anschlußabschnitten 48, 50 über jeweils eine Klemmverbindung 52, 54 elektrisch leitend angeschlossen.

Die externen elektrischen Anschlüsse erfolgen wie beim Stand der Technik.

Die Anordnung ist so gewählt, daß bei einer Temperatur des Heizteiles 30 von circa 1400°C die hinteren Anschlußabschnitte 48, 50 in dem Teil der Ofenwand angeordnet sind, in dem Temperaturen unterhalb von 1000°C herrschen. Damit liegen die hinteren Anschlußteilabschnitte 48, 50 aus Chrom-Nickel-Stahl auch in dem Bereich, bei dem das Heizelement eine Temperatur von 600 bis 800°C aufweist, also in dem für Molybdändisilicid-Bauteile kritischen Bereich. Dieser Temperaturbereich beeinflusst die Festigkeit des Stahls jedoch in keiner Weise.

Bei einem Verbrauch des Heizelementes, das hier also aus dem Heizteil 30 sowie den vorderen Anschlußteilabschnitten 44, 46 besteht, brauchen nur noch diese Teile gegenüber den Klemmverbindungen 52, 54 gelöst und ein neuer Einsatz auf den verbleibenden hinteren Anschlußteilabschnitten 48, 50 festgelegt werden. Dadurch ergeben sich erhebliche Kostenvorteile. Außerdem ist gerade der durch mechanische Belastungen in Anspruch genommene hintere Teil des Heizelementes aus dem mechanisch unempfindlicheren Stahl hergestellt, so daß sich auch insgesamt eine geringere Sprödebruchempfindlichkeit ergibt.

In Fig. 3 ist eine erfindungsgemäße Klemmverbindung dargestellt. Der Anschlußteil 60 besteht dabei aus einem zylinderförmigen Rohrabschnitt 62, in dessen vorderes freies Ende 63 eine Klemmhülse 64 hineinragt, die sich zum freien vorderen Ende 63 des Rohrabschnittes 62 hin erweitert und nach außen vorsteht sowie einen endseitigen umlaufenden Flanschrand 65 aufweist. An ihrem rückwärtigen Ende weist die Klemmhülse 64 einen verjüngten Abschnitt 66 mit einem Innengewinde auf, in den eine Zugstange 68 hineinragt, die an ihrem vorderen freien Ende 70 ein zum Innengewinde der Klemmhülse korrespondierendes Außengewinde auf-

weist.

Die Zugstange 68 ragt nach hinten über je eine zylindrische Öffnung in im Abstand stehenden Zwischenwänden 72, 80 des Rohrabchnittes 62 vor und weist zwischen diesen einen außenseitigen Flansch 74 auf. Der außenseitige elektrische Anschluß ist bei 76 vorgesehen.

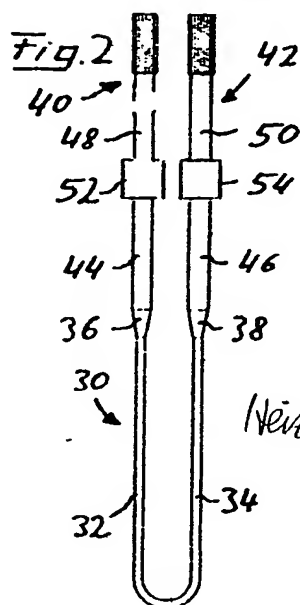
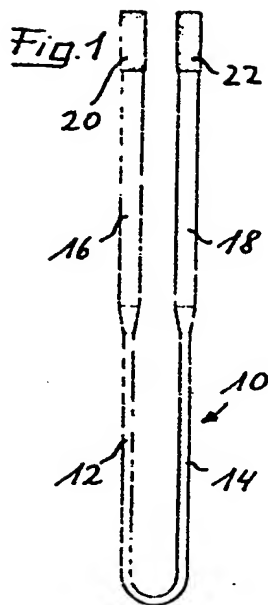
Durch Verschrauben der Zugstange 68 gegenüber der zum Beispiel geschlitzten Klemmhülse 64 wird diese nach hinten (Pfeilrichtung F) gezogen und klemmt dabei den vorderen Anschlußteilabschnitt 76 eines Heizelementes 78 fest. Das Heizelement 78 kann durch Drehung der Zugstange 68 in umgekehrte Richtung und damit Freigabe der Klemmhülse 64 gegenüber dieser wieder gelöst und dann herausgenommen werden. Dabei stützt sich der Flansch 74 jeweils an den Zwischenwänden 72, 80 ab.

In den Fig. 4 und 5 sind verschiedene erfindungsgemäße Heizelemente in Reihen- (Fig. 4) beziehungsweise Sternschaltung (Fig. 5) dargestellt, wobei jeweils eine elektrische Verbindung 81 von zwei Heizelementen im Bereich der hinteren korrespondierenden und jeweils verkürzten Anschlußstücke 48, 50 der Heizelemente erfolgt. Dabei ist die Anordnung der Heizelemente insgesamt so, daß der entsprechende Verbindungsbereich 81 innerhalb der Ofenwand (nicht dargestellt) angeordnet ist. Zur besseren Isolierung kann von außen noch ein feuerfester keramischer Isolierstein 82 vorgesetzt werden.

Anstelle der dargestellten U-förmigen Heizelemente können selbstverständlich auch anders geformte Heizelemente auf die erfindungsgemäß vorgeschlagene Weise gestaltet werden. Beispielsweise werden hier doppelhaarnadelförmig gestaltete Heizteile oder abgewinkelte Heizteile genannt.

1 1

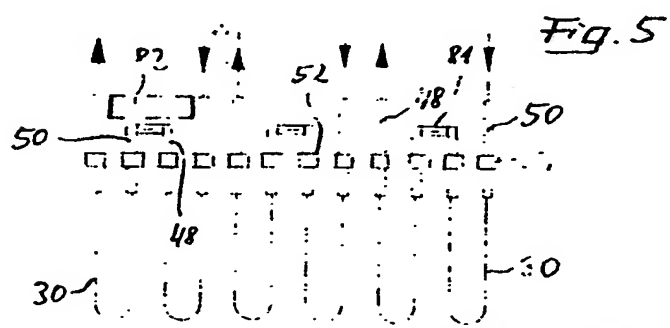
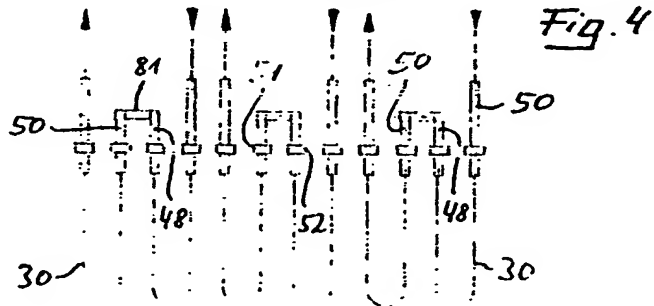
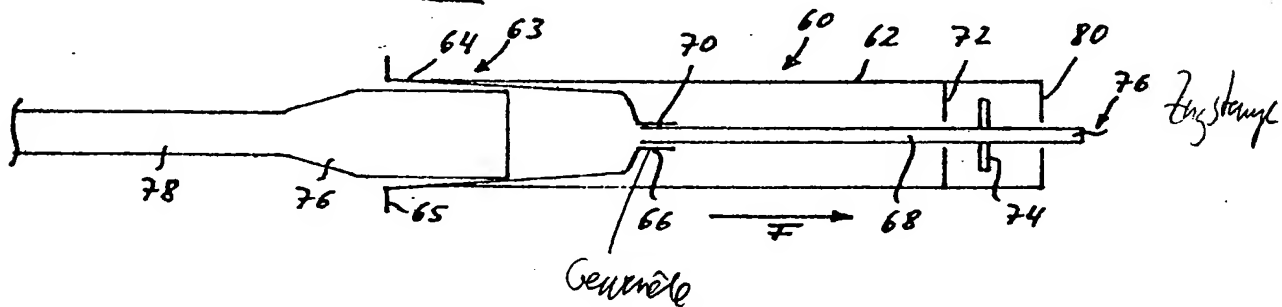
Nummer: 36 20 203
 Int. Cl. 4: H 05 B 3/66
 Anmeldetag: 16. Juni 1986
 Offenlegungstag: 17. Dezember 1987



3620203

Mod
 Chromnickelstahl
 Klemmvorrichtung
 Molybdändisilicid
 Heißteil
 Polytetrafluoräthylen

Fig. 3 Klemmvorrichtung



708 851/390

BEST AVAILABLE COPY